

# Vérification optique et test de la qualité d'image obtenue avec prisme de Herschel monté sur réfracteur SkyWatcher Esprit 80ED

Vérification optique effectuée le 1<sup>er</sup> mai 2021. Photographies de test effectuées le 15 mai 2021.  
Lieu : Prêles, Chemin des Alouettes 6 (à l'intérieur)

Appareils :

- Canon EOS R
- Skywatcher Esprit 80 ED
- Prisme de Herschel (Baader) **[fonctionnant aussi comme renvoi coudé (\*)]**
- Aucun filtre
- Oculaire Hyperion 8-24mm
- Divers adaptateurs et tubes-allonge

Opérateur : Michel Willemin

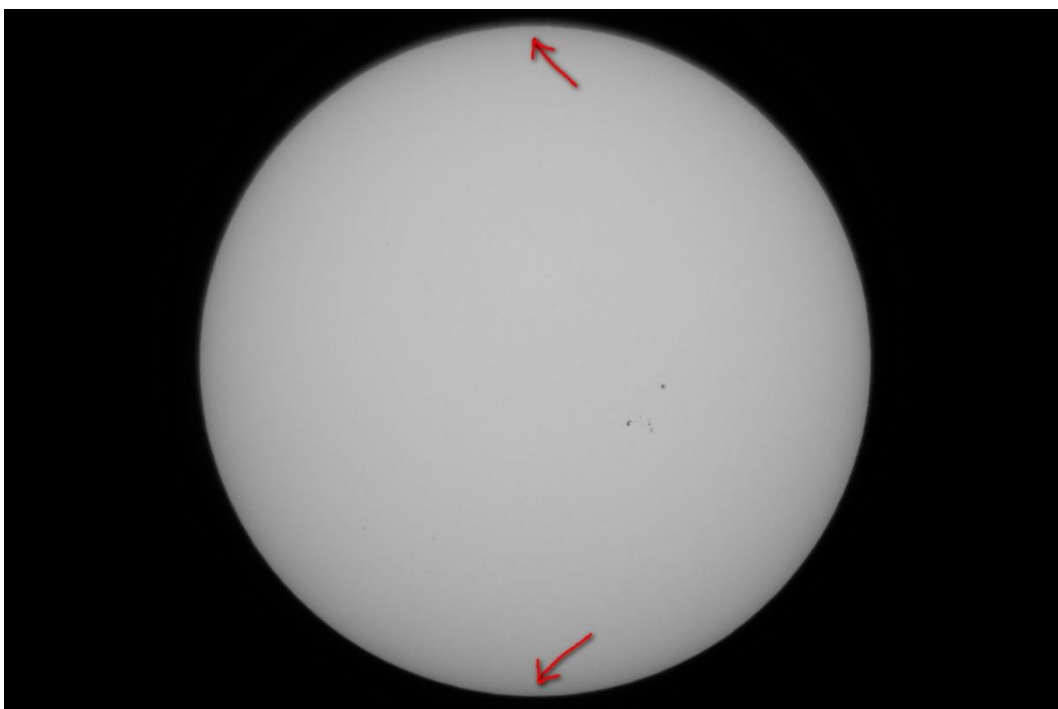
Fichier : test\_prisme\_herschel\_210515.docx

**(\*) : L'effet du renvoi coudé à 90° génère un inversement horizontal des images. En tenir compte pour le traitement !**

## But de l'expérience

Le prisme de Herschel Baader est un moyen d'observation solaire de haute qualité permettant théoriquement un contraste plus élevé qu'avec des filtres plus traditionnels (voir rapport de Strehl).

Cependant, lors d'observations solaires menées les 21 et 24 avril 2021, les photographies du disque solaire, obtenues avec le prisme de Herschel et un oculaire Hyperion également provenant de Baader utilisé en projection, semblent présenter un défaut de plan focal. En effet, il était difficile d'obtenir les bords supérieur et inférieur nets simultanément. Le défaut apparaît sur l'image ci-dessous.



*Image non-traitée du Soleil obtenue avec le prisme de Herschel. Déficit de netteté marqué en rouge.*

La problématique a été exposée au vendeur du prisme de Herschel (Teleskop-Service, Parsdorf, Allemagne) et il a répondu que le défaut est probablement plus lié au setup qu'au prisme lui-même. Il prétend qu'un porte-à-faux important provoque une déformation suffisante pour induire un non-parallélisme entre le front d'onde et le capteur d'image. Pas convaincu, même que le dispositif de projection oculaire est impressionnant...



*Setup d'observation solaire. Technique de projection par oculaire.*

Dans cette expérience, les axes du prisme de Herschel Baader ont été mesurés, puis ajustés. Une série d'images de contrôle ont finalement été prises, afin de vérifier une éventuelle dégradation induite par le filtre de Herschel.

### Vérification des axes du prisme de Herschel et correction

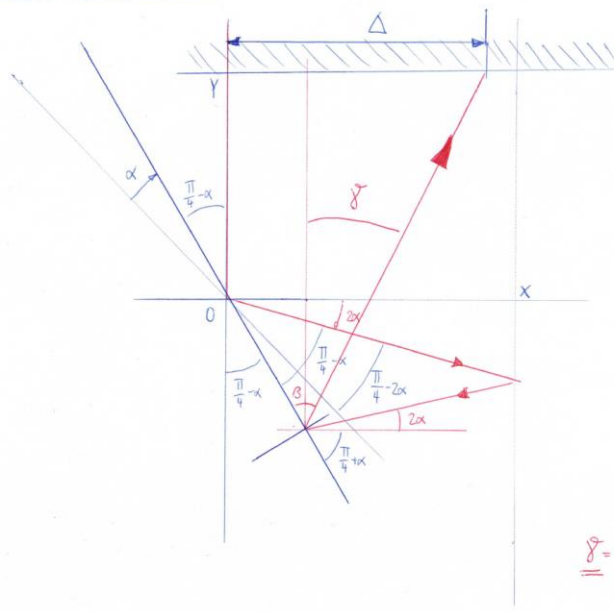
Ce dispositif fonctionne de façon similaire à un renvoi coudé, qu'il soit muni de prisme ou de miroir. Le renvoi s'opère généralement à  $90^\circ$ , mais cette valeur est théorique et la valeur exacte peut légèrement s'en écarter en raison de tolérances de fabrication. Pour cette raison, un ajustement précis des axes optiques par rapport aux axes géométriques ou mécaniques s'impose. Les renvois coudés bon marché n'offrent pas cette correction. En cas de décalage important, le plan focal risque de ne plus correspondre au plan du capteur d'image et la photographie n'offrira pas une netteté sur l'ensemble de l'image. C'est le défaut suspecté ici.

Dans une première phase et au moyen d'un équerre à fil de mécanicien, le prisme de Herschel est contrôlé mécaniquement. Le renvoi n'est pas exactement de  $90^\circ$ , mais est estimé à  $90.6^\circ$ , en raison des tolérances d'usinage des filets dans la cage en magnésium-aluminium. Ceci n'est pas forcément problématique, si le prisme optique situé à l'intérieur de la cage est orienté correctement. C'est ce qui sera vérifié par la suite.

Alignement d'un renvoi coudé

28.04.21.

$$\frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \frac{\pi}{4} + \alpha$$



$$\beta = \frac{\pi}{4} + 3\alpha$$

$$\delta = \beta - \left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \frac{\pi}{4} + 3\alpha - \frac{\pi}{4} + \alpha = 4\alpha$$

$$\Delta = 4\alpha (X+Y)$$

Défaut d'alignement d'un renvoi coudé. Si l'optique est désaligné d'un angle  $\alpha$ , alors le plan focal sera dévié de  $4\alpha$  par rapport à celui du capteur d'image (plan géométrique).

Pour effectuer le contrôle d'un renvoi coudé ou du prisme de Herschel, précisément celui qui nous intéresse ici, il suffit d'un laser dont l'axe est parallèle à celui de son support, un relativement long tube et une surface réfléchissante. En l'occurrence, la surface réfléchissante a été obtenue au moyen d'un filtre interférentiel utilisé pour le rejet de la pollution lumineuse (Svbony UHC).



Dispositif de mesure sans le renvoi coudé à tester.



A gauche : Détail du laser. A droite : miroir ad hoc.

Avant de tester les axes optiques du prisme de Herschel, la technique est d'abord utilisée pour vérifier sur des systèmes connus et potentiellement plus simples à appréhender en raison d'une réflectivité à plus de 95%, voire 98% pour le matériel haut de gamme.

Dans une première phase, la technique est appliquée sur un renvoi coudé de type Celestron Star Diagonal.



*A gauche : Celestron Star Diagonal. Au centre : Le renvoi intégré au setup de mesure. A droite : L'erreur de positionnement du faisceau laser sur le chemin du retour.*

Un écartement  $\Delta$  de moins de 5mm pour un chemin optique X+Y de l'ordre de 450mm donne une erreur  $\alpha < 0.16^\circ$ , ce qui est globalement OK, compte tenu des erreurs de mesure.

Dans une seconde phase, idem avec un renvoi coudé de plus haut de gamme de type Televue.



*A gauche : Renvoi coudé Televue 2 pouces. A droite : L'erreur de positionnement du faisceau laser sur le chemin du retour.*

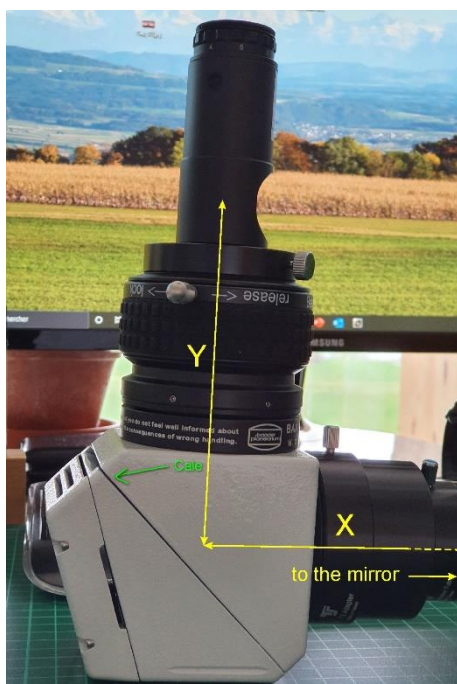
Le résultat est très similaire au précédent, sans nécessiter de remarque supplémentaire.

Selon exactement la même technique, le prisme de Herschel Baader a été minutieusement contrôlé par laser, afin de vérifier une coïncidence des axes optiques avec les axes géométriques.



Prisme de Herschel Baader. Le chemin optique total une fois positionné sur le setup de mesure est de  $X + Y = 475\text{mm}$ .

Un écartement  $\Delta$  de moins d'environ 9mm pour un chemin optique  $X+Y$  de 475mm a été mesuré. En calculant toujours selon la même formule, l'erreur d'orientation du prisme dans sa cage est de  $\alpha \approx 0.27^\circ$ . Difficile d'estimer, le flou créé sur une image par un tel défaut l'alignement. Cependant, il a été choisi de le corriger en introduisant deux petites cales de 0.4mm agissant sur un bras de levier de 85mm ( $0.27^\circ$ ).



A gauche : Prisme de Herschel sur setup avec cale indiquée par la flèche verte. A droite : Résultat de mesure après correction qualifiable de perfection.

Malgré une réflectivité que de l'ordre de 5%, le faisceau laser est suffisamment puissant pour permettre une mesure fiable.

### Vérification de la qualité optique des images prises avec le filtre de Herschel

Les prises d'images sont effectuées en intérieur pour s'affranchir des aléas atmosphériques, sources de perturbation de la qualité optique et donc de l'interprétation des résultats.

La technique est simple. Dans une première phase, le réfracteur SkyWatcher Esprit 80ED est équipé de l'oculaire Hyperion de Baader et projette l'image sur le capteur d'image du Canon EOS R. Tout le montage est axial. **La focale de l'oculaire est choisie à 12mm avec le tube-allonge de base de 26mm.** C'est un bon compromis entre trop de réflexion avec des tubes-allonge plus longs et une aberration exagérée provoquée par une distance trop faible à l'oculaire. Pour de la photographie solaire réelle ou pour la Lune, on pourra probablement travailler avec une focale d'oculaire un peu plus grande et un tube allonge de l'ordre de 40mm. Cela permettra d'obtenir un champ exploitable un peu plus important.



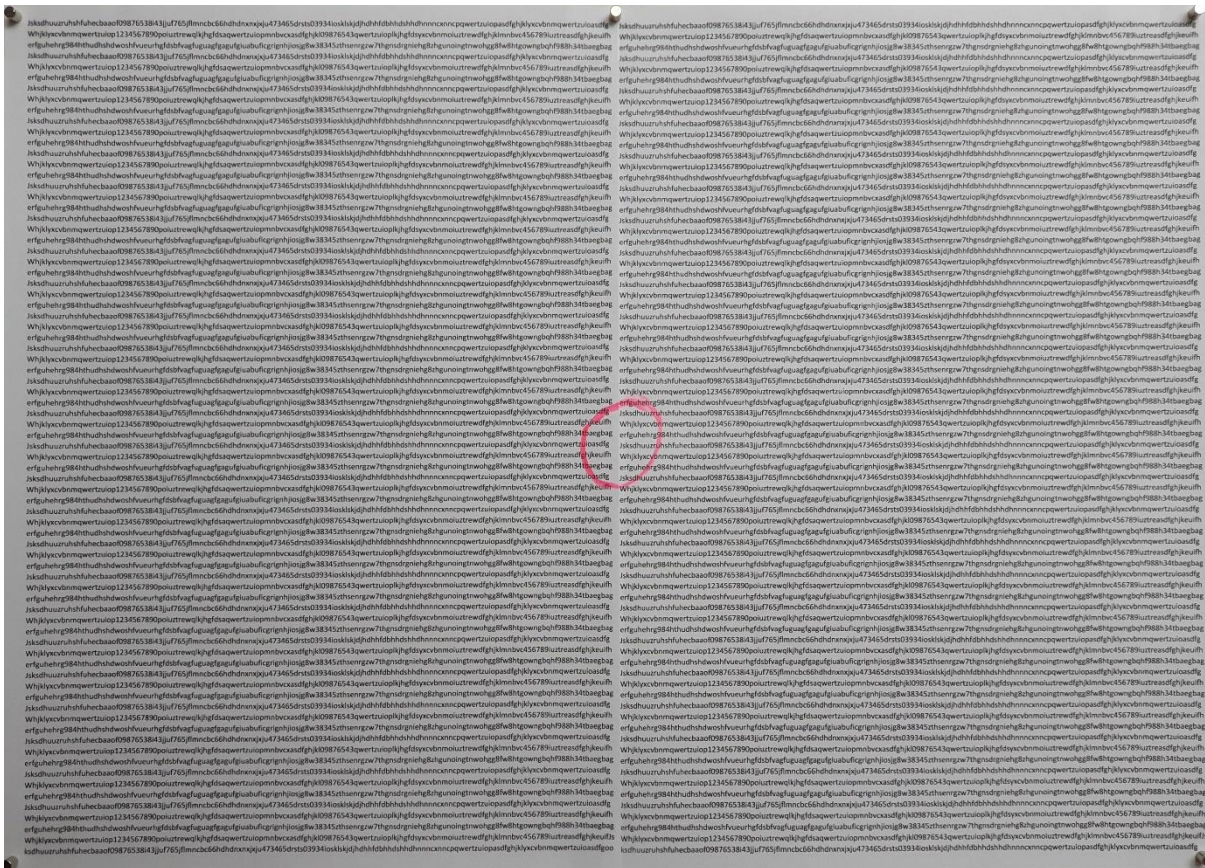
*Dispositif de photographie totalement axial, sans prisme de Herschel.*

Afin d'avoir une comparaison valable et d'être à même d'estimer la dégradation d'image induite par les imperfections du prisme de Herschel, un dispositif de mesure très similaire est utilisé. Seul le prisme de Herschel est introduit entre le réfracteur et l'oculaire. Evidemment, les filtres additionnels propres au prisme de Herschel, comme le filtre interférentiel à bande étroite et les filtres de densité neutre sont retirés.



Dispositif de photographie incluant le prisme de Herschel.

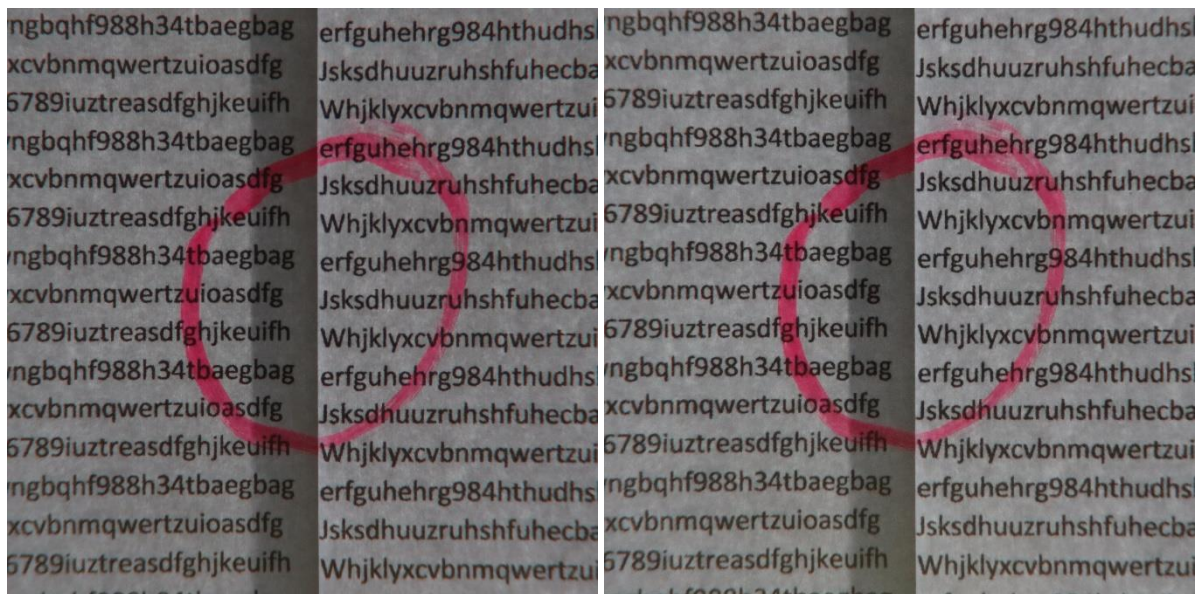
Une cible photographiée ci-après est placée à 8m du réfracteur SkyWatcher Esprit 80ED. Un soin particulier est apporté pour que le plan de la cible soit orthogonal à l'axe optique du réfracteur.



Cible photographique, utilisée comme image de référence.

Avec la configuration sans le prisme de Herschel, la vitesse d'obturation était de 1/125s avec une sensibilité de ISO 1600. Avec le prisme, une vitesse de 1/20s et une sensibilité de ISO 6400 étaient réglées pour obtenir approximativement le même rendu. On notera que le rapport d'atténuation provoqué par le prisme de Herschel est de  $(125/20) \times (6400/1600) = 25$ , soit environ 4% de transmission. Le fabricant indique 5%.





*Comparatif des parties centrales (champ de  $0.4^\circ \times 0.4^\circ$ ). A gauche, sans prisme de Herschel. A droite, avec prisme. Les résultats sont très similaires.*

## Conclusion

Le prisme de Herschel ne dégrade pas de manière décelable la qualité optique du réfracteur SkyWatcher Esprit 80ED, à condition qu'il soit ajusté correctement. Au centre de l'image, la résolution est de l'ordre de  $1.7''$  d'arc. A titre de comparaison, la limite de diffraction de Fraunhofer pour ce réfracteur de 80mm de diamètre est de  $1.7''$  !